

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsuo SAKAI, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: ANGLE DETECTION DEVICE AND TORQUE SENSOR INCORPORATING ANGLE DETECTION  
DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

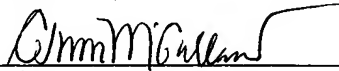
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-343820	November 27, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913  
C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 2 7 日  
Date of Application:

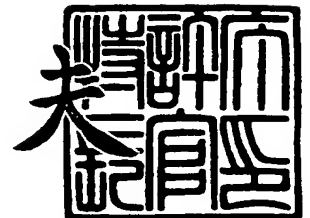
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 4 3 8 2 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 4 3 8 2 0 ]

出 願 人                      豊田工機株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   9 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 2 8 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20021845

【提出日】 平成14年11月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 3/00  
B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

【氏名】 酒井 厚夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

【氏名】 中野 次郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

【氏名】 松本 勤

【特許出願人】

【識別番号】 000003470

【氏名又は名称】 豊田工機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9720003**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 角度検出装置及びそれを備えたトルクセンサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励磁電圧発生部からの励磁電圧が印加される励磁巻線と、この励磁巻線が励磁されることにより所定の変圧比で出力電圧が誘起される 2 相の検出巻線とを備えた角度検出器と、この角度検出器の 2 相の検出巻線にそれぞれ誘起された所定の出力電圧に基づいて前記励磁巻線の回転角を演算する制御装置とを備えた角度検出装置において、前記角度検出器の 2 相の出力電圧の値が一定に保持されるように励磁電圧の振幅を補正する補正手段を備えた角度検出装置。

【請求項 2】 前記励磁巻線の回転角に基づいて、2 相の出力電圧のうちいずれか一方を選択し、この選択された相の出力電圧の振幅の目標信号振幅に対する比を求め、この比に基づいて現在の励磁振幅を補正するようにした請求項 1 に記載の角度検出装置。

【請求項 3】 入力軸と出力軸との間に連結されたトーションバーと、入力軸の回転角度を検出する第 1 の角度検出装置と、出力軸の回転角度を検出する第 2 の角度検出装置と、第 1 の角度検出装置により検出された入力軸の回転角度と第 2 の角度検出装置により検出された出力軸の回転角度との偏差に基づいてトーションバーの捩れ量を演算すると共にこの捩れ量とトーションバーのばね定数とに基づいて入力軸に加えられたトルクを演算する演算手段とを備えたトルクセンサにおいて、前記第 1 及び第 2 の角度検出装置としてそれぞれ請求項 1 又は請求項 2 に記載の角度検出装置を使用するようにしたトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転軸等の回転角度を検出する角度検出装置及びそれを使用したトルクセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば特許文献 1 に記載されたような角度検出装置が知られている

。即ち、図6に示すように、角度検出装置100は、図示しない回転軸に連結されたレゾルバ101、及びこのレゾルバ101からの出力信号に基づいて前記回転軸の回転角 $\theta$ を演算する制御装置102を備えている。

#### 【0003】

レゾルバ101は励磁巻線WE及び2相（A相及びB相）の検出巻線WA，WBを備えている。励磁巻線WEは前記回転軸に固定されており、この回転軸と共に2相の検出巻線WA，WBに対して回転可能に支持されている。2相の検出巻線WA，WBはそれぞれの巻線軸が互いに直交するように配設されている。

#### 【0004】

励磁巻線WEの一端は接地され、同じく他端は差動増幅器103を介して制御装置102に接続されている。検出巻線WA，WBの一端はそれぞれ接地されており、同じく他端はそれぞれ差動増幅器104，105を介して制御装置102に接続されている。制御装置102はD/A変換器106、A/D変換器107及びA/D変換器108及びCPU（中央演算処理装置）109を備えている。このCPU109は励磁振幅信号演算部110、出力テーブル111、振幅演算部112及び回転角度演算部113を備えている。

#### 【0005】

CPU109のタイミング発生部（図示略）からの励磁同期信号（指令）に従って励磁振幅信号演算部110は励磁振幅信号DEを生成し、この励磁振幅信号DEを出力テーブル（バッファ）111を介してD/A変換器106へ送る。D/A変換器106は励磁振幅信号DEをアナログ信号、即ち励磁電圧VEに変換する。この励磁電圧VEは差動増幅器103により増幅されてレゾルバ101の励磁巻線WEへ印加される。励磁巻線WEが励磁されると、2相（A相，B相）の検出巻線WA，WBにはそれぞれ出力信号（出力電圧）VA，VBが誘起される。出力信号VAはSIN相であり、出力信号VBはCOS相である。

#### 【0006】

出力信号VA，VBはそれぞれ差動増幅器104及び差動増幅器105により増幅されてA/D変換器107，108へ送られる。A/D変換器107，108は出力信号VA，VBをそれぞれデジタル信号DA，DBに変換してCPU1

0 9 へ送る。即ち、A/D変換器 1 0 7, 1 0 8 は前記タイミング発生部からのサンプリング要求信号によって出力信号 V A, V B をそれぞれサンプリングし、デジタル信号 D A, D B に変換して C P U 1 0 9 の振幅演算部 1 1 2 へ送る。

#### 【0 0 0 7】

振幅演算部 1 1 2 はこれらのデジタル信号 D A, D B に基づいて S I N 相振幅（出力信号 V A の振幅）及び C O S 相振幅（出力信号 V B の振幅）を演算し、回転角度演算部 1 1 3 へ送る。回転角度演算部 1 1 3 は S I N 相振幅及び C O S 相振幅に基づいて回転角  $\theta$  を演算する。

#### 【0 0 0 8】

また、前述のように構成された角度検出装置は 2 つ組み合わせられることにより、例えば電動パワーステアリング装置において操舵トルクを検出するトルクセンサとして使用される。即ち、ハンドル側の入力軸とステアリングギヤ側の出力軸との回転角  $\theta$  をそれぞれ 2 つの角度検出装置により検出し、両回転角  $\theta$  の差に基づいてハンドルに加えられた操舵トルクが求められる。

#### 【0 0 0 9】

##### 【特許文献 1】

特開平 0 5 - 2 6 4 2 9 2 号公報

#### 【0 0 1 0】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、前記従来 of 角度検出装置には次のような問題があった。即ち、レゾルバ 1 0 1 の変圧比（出力信号 V A 又は出力信号 V B に対する励磁電圧 V E の比）は、周囲の温度やレゾルバ 1 0 1 内部の励磁巻線 W E の温度により変動する。換言すれば、周囲の温度や励磁巻線 W E の温度等により、レゾルバ 1 0 1 の出力信号 V A, V B の振幅が変化する。

#### 【0 0 1 1】

具体的には、温度上昇により励磁巻線 W E の抵抗値が上がると当該励磁巻線 W E には電流が流れにくくなる。この結果、二次側の出力信号 V A, V B に誘起される出力信号 V A, V B の値も小さくなり、変圧比の値も小さくなる。ひいては出力信号 V A, V B の振幅も小さくなる。

**【0012】**

すると、角度検出装置 100 における回転角  $\theta$  の検出精度が低下する。即ち、CPU 109 の振幅演算部 112 は A/D 変換器 107, 108 によりレゾルバ 101 からの出力信号 VA, VB を所定のタイミングでそれぞれ数回取り込み、最小二乗法等により当該出力信号 VA, VB の振幅を演算する。このため、レゾルバ 101 からの出力信号 VA, VB の振幅が小さくなると、A/D 変換器 107, 108 の分解能が低下する。この結果、振幅演算部 112 における振幅の演算精度、ひいては回転角度演算部 113 における回転角  $\theta$  の演算精度も低下する。

**【0013】**

そして、この角度検出装置 100 を前記トルクセンサに使用した場合、周囲の温度や励磁巻線 WE の温度上昇に伴って異音や振動が発生するおそれがあった。

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、レゾルバの変圧比が変動しても回転角度の検出精度を確保することができる角度検出装置及びそれを使用したトルクセンサを提供することにある。

**【0014】****【課題を解決するための手段】**

請求項 1 に記載の発明は、励磁電圧発生部からの励磁電圧が印加される励磁巻線と、この励磁巻線が励磁されることにより所定の変圧比で出力電圧が誘起される 2 相の検出巻線とを備えた角度検出器と、この角度検出器の 2 相の検出巻線にそれぞれ誘起された所定の出力電圧に基づいて前記励磁巻線の回転角を演算する制御装置とを備えた角度検出装置において、前記角度検出器の 2 相の出力電圧の値が一定に保持されるように励磁電圧の振幅を補正する補正手段を備えたことを要旨とする。

**【0015】**

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記励磁巻線の回転角に基づいて、2 相の出力電圧のうちいずれか一方を選択し、この選択された相の出力電圧の振幅の目標信号振幅に対する比を求め、この比に基づいて現在の励磁振幅を補正するようにしたことを要旨とする。



**【0016】**

請求項3に記載の発明は、入力軸と出力軸との間に連結されたトーションバーと、入力軸の回転角度を検出する第1の角度検出装置と、出力軸の回転角度を検出する第2の角度検出装置と、第1の角度検出装置により検出された入力軸の回転角度と第2の角度検出装置により検出された出力軸の回転角度との偏差に基づいてトーションバーの捩れ量を演算すると共にこの捩れ量とトーションバーのばね定数とに基づいて入力軸に加えられたトルクを演算する演算手段とを備えたトルクセンサにおいて、前記第1及び第2の角度検出装置としてそれぞれ請求項1又は請求項2に記載の角度検出装置を使用するようにしたことを要旨とする。

**【0017】**

(作用)

請求項1に記載の発明によれば、励磁電圧発生部からの励磁電圧が励磁巻線に印加される、2相の検出巻線にはそれぞれ所定の変圧比で出力電圧が誘起される。この2相の検出巻線にそれぞれ誘起された所定の出力電圧に基づいて前記励磁巻線の回転角が演算される。そして、2相の出力電圧の値が一定に保持されるように励磁電圧の振幅が補正される。このため、回転角の検出精度が確保される。

**【0018】**

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の作用に加えて、前記励磁巻線の回転角に基づいて2相の出力電圧のうちいずれか一方が選択される。この選択された相の出力電圧の振幅の目標信号振幅に対する比が求められ、この比に基づいて現在の励磁振幅が補正される。

**【0019】**

請求項3に記載の発明は、検出精度を確保可能とした角度検出装置を備えたことにより、トルクの検出精度も確保される。

**【0020】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明を電動パワーステアリング装置に使用されるトルクセンサに具体化した一実施形態を図1～図4に従って説明する。

**【0021】**

(電動パワーステアリング装置)

図 1 に示すように、電動パワーステアリング装置 1 は、電動パワーステアリング制御装置（以下「制御装置 2」という。）及び当該制御装置 2 により駆動制御される電動モータ 3 を備えており、この電動モータ 3 の出力軸にはギヤ 4 が固定されている。電動モータ 3 は三相同期式永久磁石モータで構成したブラシレスモータであり、モータ回転角センサ（例えばホール素子）5 を備えている。

【0022】

モータ回転角センサ 5 は電動モータ 3 の回転角、即ち電動モータ 3 を構成するロータの磁極位置を示す電気角（即ち、ロータの回転角  $\theta_m$ ）を検出し、検出結果（モータ回転角信号）を制御装置 2 へ送る。

【0023】

一方、ステアリングホイール（以下、「ハンドル 7」という）にはステアリングシャフト 8 の一端が連結されており、同ステアリングシャフト 8 の他端には減速歯車 9 が固定されている。この減速歯車 9 には前記電動モータ 3 のギヤ 4 が噛合している。

【0024】

ステアリングシャフト 8 にはトーションバー（ねじりばね）10 が組み込まれており、当該トーションバー 10 にはトルクセンサ 11 が設けられている。トルクセンサ 11 は、運転者によりハンドル 7 が操舵されてステアリングシャフト 8 が回転した際のトーションバー 10 の捻れ量に基づいて、当該ハンドル 7 に作用する操舵トルク  $T$  を検出する。この操舵トルク信号は制御装置 2 へ送られる。

【0025】

前記減速歯車 9 にはピニオンシャフト 12 を介してピニオンギヤ 13 が固定されている。このピニオンギヤ 13 はラック 14 と噛合しており、当該ラック 14 の両端にはそれぞれタイロッド 15 が固定されている。タイロッド 15 の先端部にはナックルアーム 16 が回動可能に連結されており、両ナックルアーム 16、16 間にはクロスメンバ 17 が回動可能に連結されている。両ナックルアーム 16、16 にはそれぞれ前輪 18 が取り付けられている。

【0026】

前後左右の各車輪にはそれぞれ車速センサ 19 が設けられている（図 1 では、一方の前輪 18 の車速センサ 19 のみ図示する）。車速センサ 19 は車輪速（車輪の単位時間当たりの回転数、即ち回転速度）を検出し、この検出結果（車輪速信号）を制御装置 2 へ送る。制御装置 2 は車速センサ 19 から送られてきた車輪速信号に基づいて車速  $V$  を演算する。

#### 【0027】

さて、運転者によりハンドル 7 が回動操作されると、ステアリングシャフト 8 が回転する。この回転はトーションバー 10、ピニオンシャフト 12 及びピニオンギヤ 13 を介してラック 14 へ伝達され、同ラック 14 の軸動に変換される。これにより、両前輪 18, 18 が転舵される。

#### 【0028】

このとき、制御装置 2 は、トルクセンサ 11 により検出された操舵トルク  $T$  及び車速センサ 19 により検出された車速  $V$  に基づいて、所定の操舵補助トルク（アシストトルク）を発生させるように電動モータ 3 を正逆駆動制御する。電動モータ 3 の回転はギヤ 4 を介して減速歯車 9 に伝達され、当該減速歯車 9 により回転数が減少されてピニオンシャフト 12 及びピニオンギヤ 13 に伝達される。ピニオンギヤ 13 の回転はラック 14 に伝達され、同ラック 14 の軸動に変換される。このようにして、ハンドル 7 の回動操作による前輪 18 の操舵に対してアシストトルクが付与される。

#### 【0029】

（制御装置）

次に、制御装置 2 の電氣的構成について説明する。

図 1 に示すように、制御装置 2 は、CPU（中央演算装置）21、ROM（読み出し専用メモリ）22、RAM（読み出し書き込み専用メモリ）23、モータ駆動装置 24 及び電流センサ 25 を備えている。電流センサ 25 はモータ駆動装置 24 から電動モータ 3 へ出力される 3 相の励磁電流  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$  のうち  $u$  相励磁電流  $I_u$  及び  $v$  相励磁電流  $I_v$  をそれぞれ検出して CPU 21 へ送る。

#### 【0030】

ROM 22 には、CPU 21 が実行する基本アシスト制御プログラム及びハン

ドル戻し制御プログラム等の各種の制御プログラム、各種のデータ、及び各種の特性マップ等が格納されている。各種の特性マップはそれぞれ車両モデルによる実験データ及び周知の理論計算等によって予め求められたものであり、例えば車速  $V$  と操舵トルク  $T$  とに基づいて基本アシスト電流を求めるための基本アシストトルクマップや車速、操舵角速度、操舵絶対角に基づいてハンドル戻し指令電流を求めるためのマップがある。

#### 【0031】

RAM23は、ROM22に書き込まれた各種の制御プログラムを展開してCPU21が各種の演算処理を実行するためのデータ作業領域である。また、RAM23はCPU21が各種の演算処理を行う際の各種の演算処理結果等を一時的に記憶する。

#### 【0032】

CPU21にはトルクセンサ11、車速センサ19、モータ駆動装置24、モータ回転角センサ5及び電流センサ25がそれぞれ入出力インターフェイス（図示略）を介して接続されている。CPU21は、トルクセンサ11、車速センサ19、モータ回転角センサ5、及び電流センサ25から得られる各種の情報に基づいて基本アシスト制御プログラム及びハンドル戻し制御プログラム等の各種の制御プログラムを実行する。

#### 【0033】

CPU21は、前記基本アシストマップに基づいて、車速  $V$  及び操舵トルク  $T$  に対応した基本アシスト電流値を演算し、この基本アシスト電流とモータ駆動電流センサ（図示略）によって得られるモータ駆動電流（電動モータ3における実際のモータ駆動電流）との差に基づいてPI制御値を演算する。CPU21はPI制御値に応じたPWM演算を行い、このPWM演算の結果（モータ制御信号）をモータ駆動装置24に対して出力する。モータ駆動装置24は、送られてきたPWM演算の結果に基づいて電動モータ3に対する基本アシスト電流（3相の励磁電流）の供給を3相の励磁電流路を介して行う。電動モータ3は基本アシスト電流の供給に基づいてハンドル7に対して基本アシスト力を付与する。

#### 【0034】

(トルクセンサ)

次に、前記トルクセンサについて詳細に説明する。

図2に示すように、トルクセンサ11は、センサハウジング40、第1の角度検出装置41及び第2の角度検出装置42を備えている。センサハウジング40はトーションバー10を覆うようにして設けられており、このセンサハウジング40内において、第1及び第2の角度検出装置41、42はそれぞれトーションバー10を間に挟むようにしてステアリングシャフト8に固定されている。センサハウジング40内において、第1の角度検出装置41はステアリングシャフト8の入力側（ハンドル7側）に設けられ、第2の角度検出装置42はステアリングシャフト8の出力側（減速歯車9側）に設けられている。尚、ステアリングシャフト8の入力側は入力軸8inを構成し、同じく出力側は出力軸8outを構成する。

#### 【0035】

ハンドル7の操作により、ステアリングシャフト8にトルクが加えられると、トーションバー10がねじれることによりステアリングシャフト8の入力側と同じく出力側との間で相対変位を生じる。即ち、第1及び第2の角度検出装置41、42はトーションバー10の入力側の回転角及び同じく出力側の回転角をそれぞれ検出して制御装置2へ送る。制御装置2は前記2つの回転角の偏差に基づいてトーションバー10の捩れ量（ステアリングシャフト8の入力側と出力側との相対回転角度）を演算し、この捩れ量とトーションバー10のばね定数とに基づいてハンドル7に加えられた操舵トルクTを演算する。

#### 【0036】

(角度検出装置)

次に、第1及び第2の角度検出装置41、42について詳細に説明する。

図2に示すように、第1の角度検出装置41はステアリングシャフト8の入力側に連結された第1のレゾルバ（角度検出器）51を備えており、第2の角度検出装置42はステアリングシャフト8の出力側に連結された第2のレゾルバ52を備えている。

#### 【0037】

第1のレゾルバ51は、センサハウジング40の内周面の上部に固定された2相（A相及びB相）の検出巻線WA、WB、及びステアリングシャフト8の入力側に固定された励磁巻線WEをそれぞれ備えている。また、第2のレゾルバ52は、センサハウジング40の内周面の下部に固定された2相（A相及びB相）の検出巻線WA、WB（二次巻線）、及びステアリングシャフト8の出力側に固定された励磁巻線WEをそれぞれ備えている。

#### 【0038】

図3に示すように、第1及び第2のレゾルバ51、52の2相の検出巻線WA、WBはそれぞれの巻線軸が互いに直交するように配設されている。また、第1及び第2のレゾルバ51、52の励磁巻線WEは検出巻線WA、WBに対して相対回転可能とされている。第1及び第2のレゾルバ51、52の励磁巻線WEの一端は接地され、同じく他端は差動増幅器53を介して制御装置2に接続されている。第1及び第2のレゾルバ51、52の2相の検出巻線WA、WBの一端はそれぞれ接地され、同じく他端はそれぞれ差動増幅器54、55を介して制御装置2に接続されている。

#### 【0039】

制御装置2から励磁巻線WEに対して所定の励磁電圧VEが印加されると、検出巻線WA、WBにはそれぞれ所定の変圧比で出力信号VA、VB（電圧）が誘起される。これら出力信号VA、VBに基づいて制御装置2は第1及び第2のレゾルバ51、52における回転軸の回転角 $\theta$ をそれぞれ演算する。この制御装置2によるレゾルバ信号処理については後に詳述する。

#### 【0040】

（レゾルバ信号処理）

次に、前述のように構成した制御装置2によるレゾルバ信号処理を図3に示すCPU21の機能ブロック図に基づいて説明する。このレゾルバ信号処理は、ROM22に予め格納された各種の制御プログラムに従って実行される。尚、各種のパラメータはそれぞれに対応する信号の意味として使用する。

#### 【0041】

第1及び第2のレゾルバ51、52において、CPU21の励磁振幅信号演算

部 6 1 は、タイミング発生部（図示略）から出力された励磁同期信号（指令）に従って励磁振幅信号 D E を生成する。励磁振幅信号演算部 6 1 は生成した励磁振幅信号 D E を出力テーブル（バッファ） 6 2 を介して D/A 変換器 6 3 へ送る。

#### 【0042】

D/A 変換器 6 3 は出力テーブル 6 2 から送られてきた励磁振幅信号 D E をアナログ信号に変換し、このアナログ信号を差動増幅器 5 3 へ送る。差動増幅器 5 3 は D/A 変換器 6 3 から送られてきたアナログ信号を増幅して励磁電圧 V E とし、この励磁電圧 V E を第 1 及び第 2 のレゾルバ 5 1, 5 2 の励磁巻線 W E に印加する。

#### 【0043】

励磁巻線 W E が励磁されると、第 1 及び第 2 のレゾルバ 5 1, 5 2 の 2 相（A 相, B 相）の検出巻線 W A, W B にはそれぞれ回転角  $\theta$  に応じた所定の変圧比で出力信号 V A, V B（電圧）が誘起される。

#### 【0044】

出力信号 V A, V B はそれぞれ差動増幅器 5 4, 5 5 により増幅され、A/D 変換器 6 4, 6 5 へ送られる。A/D 変換器 6 4, 6 5 は CPU 2 1 のタイミング発生部（図示略）から出力されたサンプリング要求信号に従って出力信号 V A, V B をそれぞれサンプリングし、当該出力信号 V A, V B をデジタル信号 D A, D B に変換する。A/D 変換器 6 4, 6 5 はデジタル信号 D A, D B を CPU 2 1 の振幅演算部 6 6 へ送る。

#### 【0045】

振幅演算部 6 6 は、入力されたデジタル信号 D A, D B に基づいて出力信号 V A, V B の振幅をそれぞれ演算する。本実施形態では、出力信号 V A の振幅を S I N 相振幅 R s i n、出力信号 V B の振幅を C O S 相振幅 R c o s という。振幅演算部 6 6 は算出した S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s をそれぞれ励磁振幅補正演算部 6 7 へ送る。また、振幅演算部 6 6 は算出した S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s をそれぞれ回転角演算部 6 8 へ送る。

#### 【0046】

回転角演算部 6 8 は S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s の値に基

づいて図 5 に示す回転角テーブル R T を参照し、第 1 及び第 2 のレゾルバ 5 1 , 5 2 の回転角  $\theta$  を演算する。回転角テーブル R T は X 軸に C O S 相振幅を採り、Y 軸に S I N 相振幅を採るようにした 2 次元テーブルであり、予め R O M 2 2 に格納されている。

#### 【 0 0 4 7 】

回転角テーブル R T は、例えば S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s の値の採り得る値域  $-1 \sim 1$  を含む範囲がそれぞれ 1 0 2 4 分割され、その S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s の値に 0 ~ 1 0 2 3 のインデックスを順に割り当てられている。この S I N 相振幅 R s i n 及び C O S 相振幅 R c o s の値のインデックスの組で指定されるアドレスからデータを読み出すことにより回転角演算部 6 8 は複雑な演算を行うことなく第 1 及び第 2 のレゾルバ 5 1 , 5 2 の回転軸の回転角  $\theta$  を決定することが可能となる。

#### 【 0 0 4 8 】

一方、励磁振幅補正演算部 6 7 は、前記 R O M 2 2 に予め格納された励磁振幅補正演算処理プログラム等の各種プログラムに従って、S I N 相振幅 R s i n 又は C O S 相振幅 R c o s に基づいて励磁振幅（励磁電圧の振幅）を補正する。これにより、周囲温度や励磁巻線 W E の温度変化に起因して第 1 及び第 2 のレゾルバ 5 1 , 5 2 の変圧比がそれぞれ変動しても、励磁振幅をフィードバックすることにより変圧比は一定に保たれる。励磁振幅補正演算部 6 7 は演算結果（補正後の励磁振幅）を励磁振幅信号演算部 6 1 へ送る。この励磁振幅補正演算部 6 7 における励磁振幅補正演算処理については後に詳述する。

#### 【 0 0 4 9 】

励磁振幅信号演算部 6 1 は、前記タイミング発生部から励磁同期信号（指令）が出力されると、励磁振幅補正演算部 6 7 からの演算結果に基づいて次回の励磁振幅信号 D E を生成する。以後、前述した各種の信号処理が繰り返される。

#### 【 0 0 5 0 】

（励磁振幅補正処理）

次に、C P U 5 7 の励磁振幅補正演算部 6 7 における励磁振幅補正処理を図 4 に示すフローチャートに従って説明する。このフローチャートは、R O M 2 2 に



予め格納された励磁振幅補正演算処理プログラム等の各種制御プログラムに従って実行される。尚、本実施形態においては、ステップを「S」と略記する。

#### 【0051】

図4に示すように、励磁振幅補正演算部67は、まず振幅演算部66により演算された出力信号VA、VBの振幅、即ちSIN相振幅 $R_{sin}$ とCOS相振幅 $R_{cos}$ とを取り込み、両者の大小を比較する(S101)。図5に示すように、第1及び第2のレゾルバ51、52の回転軸の回転角 $\theta$ が、45度～135度及び225度～315度の範囲にあるときには、SIN相振幅 $R_{sin}$ はCOS相振幅 $R_{cos}$ よりも大きくなる。回転角 $\theta$ が0～45度、135度～225度及び315度～360度の範囲にあるときには、SIN相振幅 $R_{sin}$ はCOS相振幅 $R_{cos}$ よりも小さくなる。

#### 【0052】

SIN相振幅 $R_{sin}$ がCOS相振幅 $R_{cos}$ よりも大きいと判断した場合(S101でYES)、励磁振幅補正演算部67は次式(1)に基づいて信号振幅Rを演算する。

#### 【0053】

$$\text{信号振幅 } R = \text{SIN相振幅 } R_{sin} / \text{SIN } \theta \cdots (1)$$

一方、SIN相振幅 $R_{sin}$ がCOS相振幅 $R_{cos}$ よりも小さいと判断した場合(S101でNO)、励磁振幅補正演算部67は次式(2)に基づいて信号振幅Rを演算する。

#### 【0054】

$$\text{信号振幅 } R = \text{COS相振幅 } R_{cos} / \text{COS } \theta \cdots (2)$$

ここで、SIN相振幅 $R_{sin}$ 及びCOS相振幅 $R_{cos}$ のいずれか一方だけに基づいて信号振幅Rを求めることも考えられるものの、例えば $\theta = 0$ 度のときには $\sin \theta = 0$ となり、 $\theta = 90$ 度のときには $\cos \theta = 0$ となることから、信号振幅Rの演算が不能な場合がある。従って、S101の処理を実行することで、信号振幅Rが演算不能となることが回避される。

#### 【0055】

次に、励磁振幅補正演算部67はS102又はS103において算出された信

号振幅  $R$ 、現在励磁振幅  $R_p$ 、目標信号振幅  $R^*$  を次式 (3) に代入することにより、次回励磁振幅  $R_{next}$  を演算する。尚、現在励磁振幅  $R_p$  とは現在の励磁振幅信号  $DE$  の振幅値である。目標信号振幅  $R^*$  とは本来出力されるべき最大の信号振幅  $R$  ( $SIN$  相振幅  $R_{sin}$  又は  $COS$  相振幅  $R_{cos}$  の最大値) である。

#### 【0056】

次回励磁振幅  $R_{next} = \text{現在励磁振幅 } R_p \times (\text{目標信号振幅 } R^* / \text{信号振幅 } R) \cdots (3)$

そして、励磁振幅補正演算部 67 は算出した次回励磁振幅  $R_{next}$ 、即ち、現在励磁振幅  $R_p$  を  $(R^* / R)$  倍した補正後の励磁振幅を励磁振幅信号演算部 61 へ送る。励磁振幅信号演算部 61 はこの次回励磁振幅  $R_{next}$  に基づいて励磁振幅信号  $DE$  を生成する。

#### 【0057】

即ち、この場合、目標信号振幅  $R^*$  のレンジは図 5 に示す円  $C1$  で表され、信号振幅  $R$  のレンジは同じく円  $C2$  で表される。そして、励磁振幅補正演算部 67 はこの円  $C2$  を円  $C1$  に合致させるように励磁振幅 (励磁振幅信号  $DE$  の振幅値) を補正する。換言すれば、現在の信号振幅  $R$  が目標信号振幅  $R^*$  に一致するように励磁電圧  $VE$  の振幅を補正する。

#### 【0058】

例えば温度上昇の影響を受けて信号振幅  $R$  の値が目標信号振幅  $R^*$  の半分になった場合 ( $R^* = 2R$ ) を考える。この場合、式 (3) により、次回励磁振幅  $R_{next}$  は現在励磁振幅  $R_p$  の 2 倍の値となる ( $R_{next} = 2R_p$ )。そして、CPU 21 のタイミング発生部から励磁同期信号が出力されると、励磁振幅信号演算部 61 は励磁振幅信号  $DE$  の振幅値を現在の 2 倍とし、この補正後の振幅値を出力テーブル 62 へ送る。この結果、次回の信号振幅  $R$  は目標信号振幅  $R^*$  に近似した値となる。

#### 【0059】

以後、励磁振幅補正演算部 67 は  $S101 \sim S104$  の処理を所定の制御周期毎に繰り返す。

このように、周囲温度や励磁巻線WEの温度上昇に起因する変圧比の低下により、信号振幅Rが目標信号振幅R\*に達していない場合には、信号振幅Rが目標信号振幅R\*と一致するように現在励磁振幅R<sub>p</sub>（励磁振幅信号DEの振幅値、ひいては励磁電圧VEの振幅）が補正される。即ち、励磁振幅をフィードバックすることにより第1及び第2のレゾルバ51，52の変圧比はそれぞれ一定に保たれる。この結果、出力信号VA，VBの値も一定に保たれ、第1及び第2のレゾルバ51，52の回転角 $\theta$ の検出精度の低下及び変動が抑制される。

#### 【0060】

（実施形態の効果）

従って、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

（1）第1及び第2のレゾルバ51，52の出力信号VA，VBの値を一定に保持するように励磁電圧VEの振幅、即ち励磁振幅を補正する補正手段を備えた。具体的には、励磁巻線WEの回転角 $\theta$ に基づいて、2相の出力信号（出力電圧）VA，VBのうちいずれか一方を選択し、この選択された相の出力電圧の振幅（SIN相振幅R<sub>sin</sub>又はCOS相振幅R<sub>cos</sub>）の目標信号振幅R\*に対する比を求め、この比に基づいて現在励磁振幅R<sub>p</sub>を補正するようにした。このため、例えば周囲温度に起因して第1及び第2のレゾルバ51，52の変圧比が変化しても、第1及び第2のレゾルバ51，52により検出される回転角 $\theta$ の検出精度を確保することができる。また、回転角 $\theta$ の検出精度のばらつき（変動）を低減することができる。

#### 【0061】

（2）励磁巻線WEの回転角 $\theta$ に基づいて、2相の出力信号（出力電圧）VA，VBのうちいずれか一方を選択するようにした。具体的には、回転角 $\theta$ が45度～135度及び225度～315度の範囲にあるときにはSIN相振幅R<sub>sin</sub>を選択する。回転角 $\theta$ が0～45度、135度～225度及び315度～360度の範囲にあるときにはCOS相振幅R<sub>cos</sub>を選択する。例えば $\theta = 0$ 度のときには $\sin \theta = 0$ となり、 $\theta = 90$ 度のときには $\cos \theta = 0$ となることから信号振幅Rの演算が不能な場合があるものの、S101の処理を実行することで、信号振幅Rが演算不能となることが回避される。

**【0062】**

(3) 回転角演算部 68 において、回転角テーブル R T に基づいて回転角  $\theta$  を求めるようにしたので、複雑な演算をすることなく回転角  $\theta$  を求めることができる。

**【0063】**

(4) トルクセンサ 11 には第 1 及び第 2 のレゾルバ 51, 52 を備えるようにした。このため、トルクセンサ 11 のトルク検出精度を確保することができる。また、トルクセンサ 11 のトルク検出精度のばらつき（変動）を低減することもできる。

**【0064】**

(別例)

・本実施形態では、ホール素子により電動モータ 3 の電気角（回転角  $\theta_m$ ）を検出するようにしたが、第 1 のレゾルバ 51 又は第 2 のレゾルバ 52 を電動モータ 3 に取り付け、この第 1 のレゾルバ 51 又は第 2 のレゾルバ 52 により電動モータ 3 の回転角  $\theta_m$  を求めるようにしてもよい。即ち、第 1 のレゾルバ 51 又は第 2 のレゾルバ 52 をモータ回転角センサとして使用する。

**【0065】**

・S102 及び S103 のいずれかの処理を省略するようにしてもよい。即ち、SIN 相振幅  $R \sin$  と回転角  $\theta$  又は COS 相振幅  $R \cos$  と回転角  $\theta$  のみに基づいて次回励磁振幅を求めるようにしてもよい。この場合、S101 の処理も不要となる。

**【0066】**

(付記)

次に前記実施形態及び別例から把握できる技術的思想を以下に追記する。

・前記 2 相の出力電圧の振幅の大小比較結果に基づいて、いずれか一方の相の出力電圧を選択するようにした請求項 1 に記載の角度検出装置。

**【0067】**

・前記選択された相の出力電圧の振幅の目標励磁振幅に対する比を現在の励磁振幅に乗じた値を次回の励磁振幅とするようにした請求項 2 に記載の角度検出装

置。

### 【0068】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、レゾルバの変圧比が変動しても回転角度の検出精度を確保することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態における電動パワーステアリング装置の概略構成図。

【図2】 本実施形態におけるトルクセンサの概略構成図。

【図3】 本実施形態における角度検出装置の電氣的構成を示すブロック図

。

【図4】 本実施形態における励磁振幅補正処理のフローチャート。

【図5】 本実施形態における回転角度テーブル。

【図6】 従来の角度検出装置の電氣的構成を示すブロック図。

#### 【符号の説明】

2…角度検出装置及び演算手段を構成する制御装置、

8 i n…入力軸、

8 o u t…出力軸、

10…トルクセンサを構成するトーションバー、

11…トルクセンサ、

41…トルクセンサを構成する第1の角度検出装置、

42…トルクセンサを構成する第2の角度検出装置、

51…角度検出装置を構成する第1のレゾルバ（角度検出器）、

52…角度検出装置を構成する第2のレゾルバ（角度検出器）、

61…励磁振幅信号演算部（励磁電圧発生部）、

67…補正手段を構成する励磁振幅補正演算部

R…信号振幅、

R n e x t…次回励磁振幅、

R \*…目標信号振幅、

R s i n…S I N相振幅、

R c o s … C O S 相振幅、

V A, V B … 出力信号（出力電圧）、

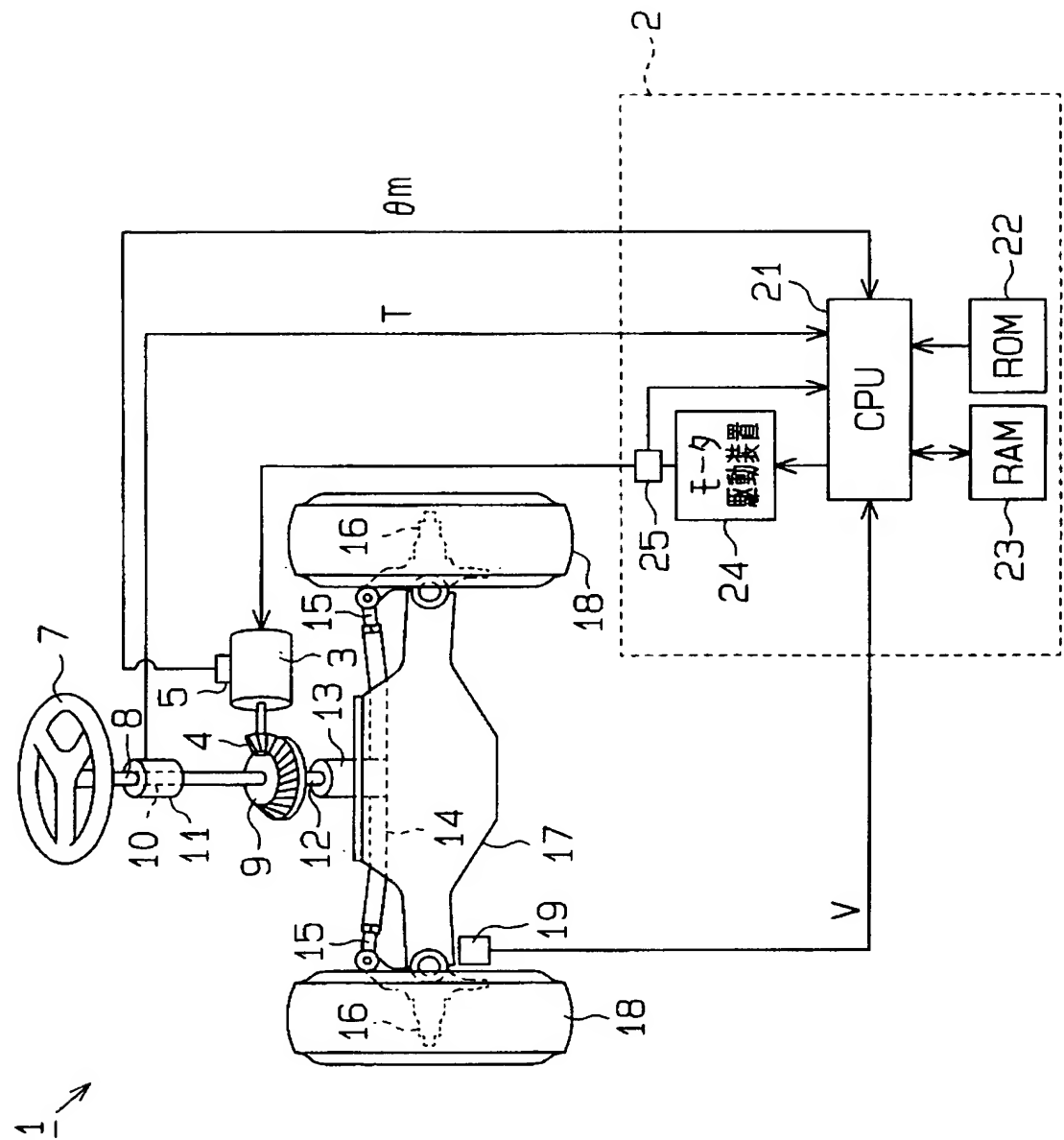
V E … 励磁電圧、

W A, W B … 検出巻線、

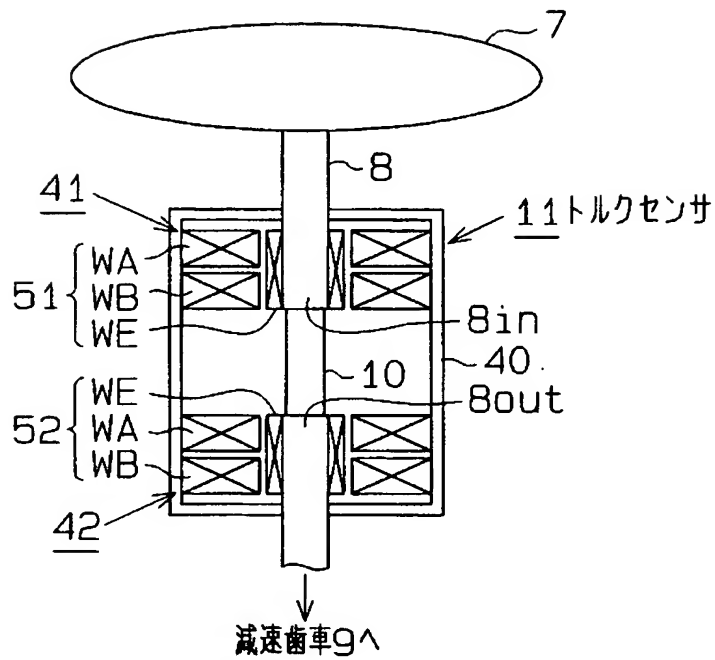
W E … 励磁巻線、 $\theta$  … 回転角。

【書類名】 図面

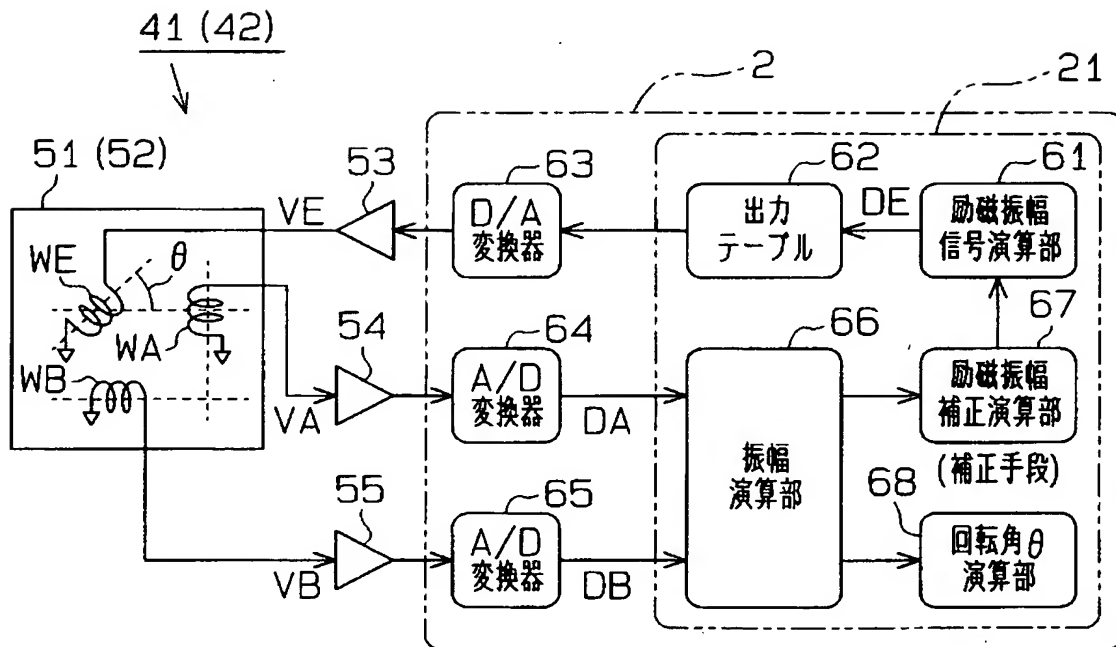
【図1】



【図 2】

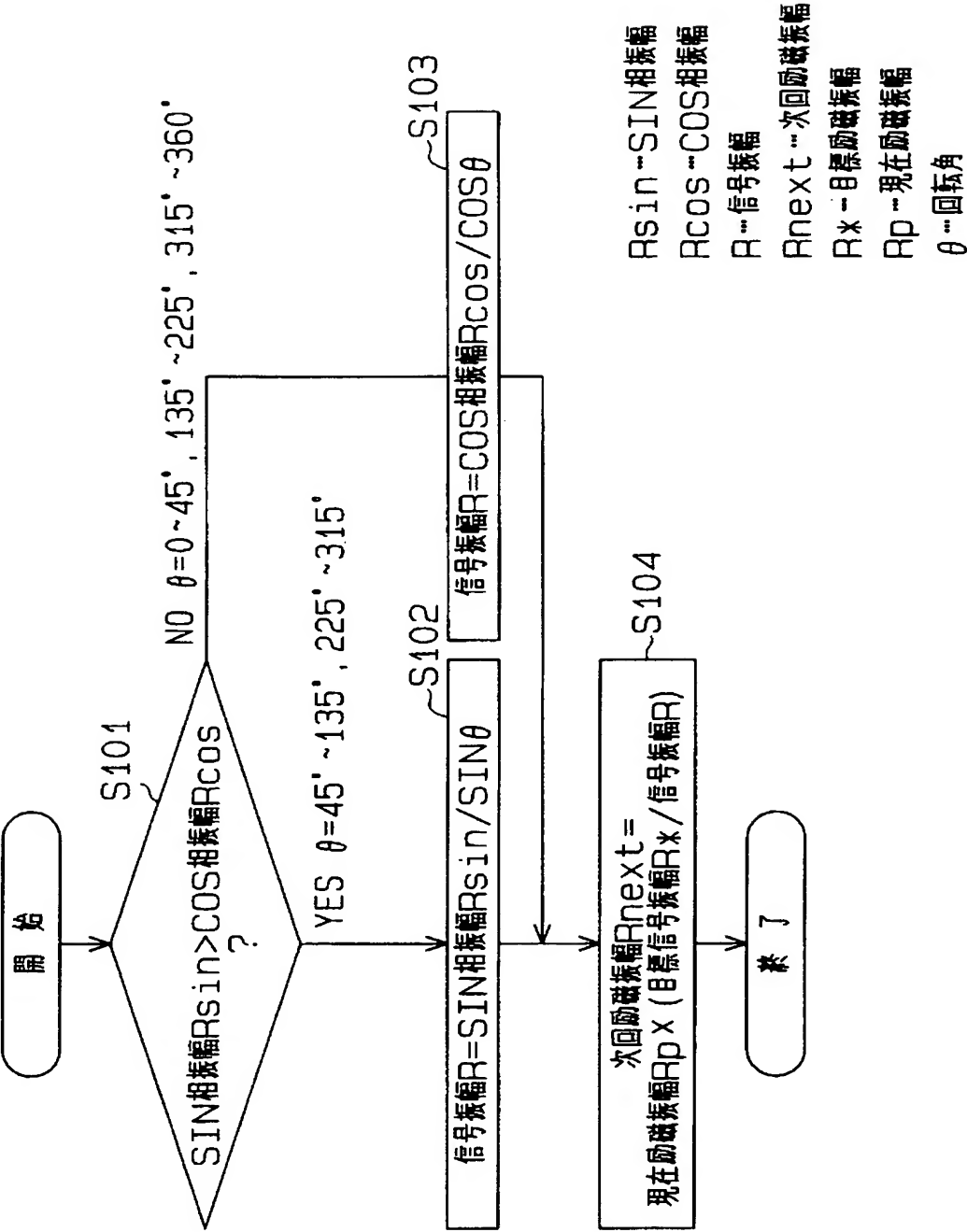


【図 3】

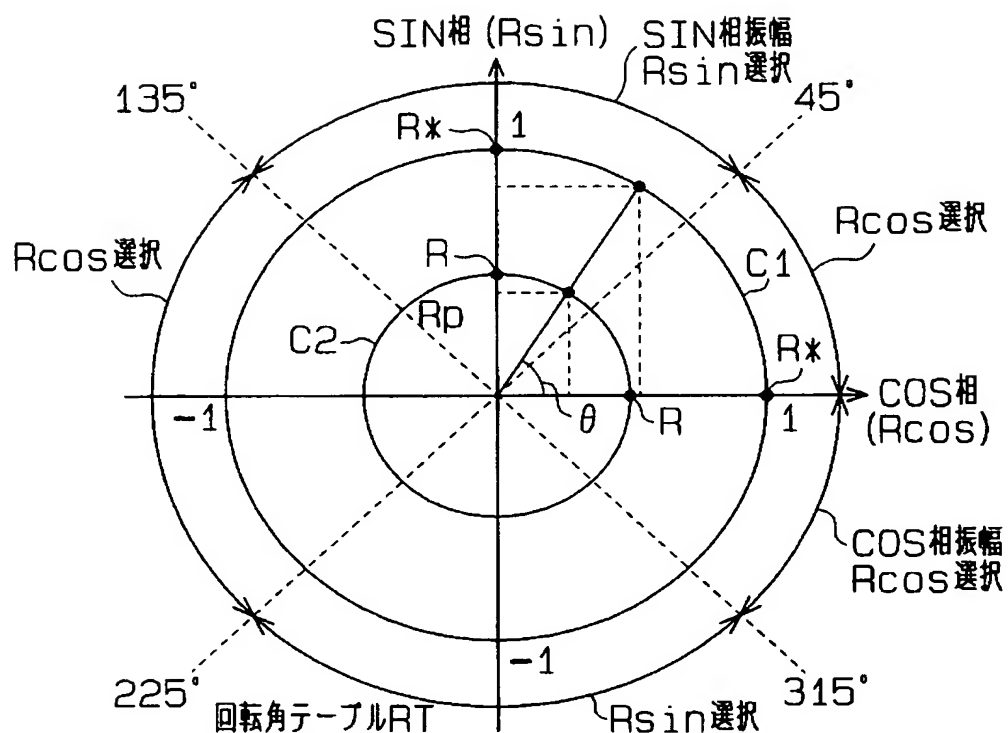




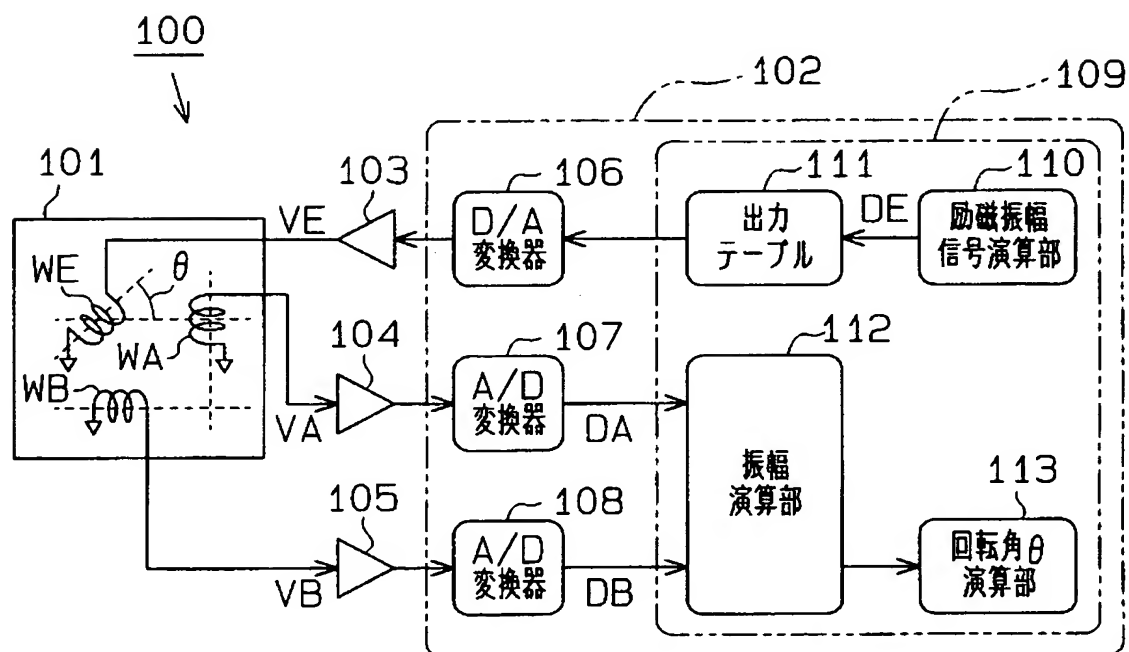
【図 4】



【図 5】



【图 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レゾルバの変圧比が変動しても回転角度の検出精度を確保することができる角度検出装置及びそれを備えたトルクセンサを提供する。

【解決手段】 第 1 及び第 2 のレゾルバの出力信号の値が一定に保持されるように励磁電圧の振幅、即ち励磁振幅を補正する補正手段を備えた。具体的には、励磁巻線の回転角  $\theta$  に基づいて、2 相の出力信号（出力電圧）のうちいずれか一方を選択し、この選択された相の出力電圧の振幅（S I N 相振幅  $R \sin$  又は C O S 相振幅  $c o s$ ）の目標信号振幅  $R *$  に対する比を求め、この比に基づいて現在励磁振幅  $R p$  を補正するようにした。このため、例えば周囲温度に起因して第 1 及び第 2 のレゾルバの変圧比が変化しても、第 1 及び第 2 のレゾルバにより検出される回転角  $\theta$  の検出精度を確保することができる。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 4 3 8 2 0

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 4 7 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

氏 名

豊田工機株式会社